

лов // Текстильная промышленность. - 1984. - №3. - С. 66.

9. Лобанова С.К. и др. Оценка эффективности использования вакуумирования // Текстильная промышленность. - 1979. - №12. - С. 53-54.

КЛАССИФИКАЦИЯ И МАРКИРОВКА СТАЛЕЙ В ОБЩЕЕВРОПЕЙСКИХ СТАНДАРТАХ

П.А.Малинен
Петрозаводский государственный университет

Опыт делового сотрудничества наших специалистов с зарубежными показывает, что большие трудности создает различие национальных стандартов по конструкторской и проектно-строительной документации, маркировке и классификации сталей и т.д.

Эти трудности, в частности, связаны с незнакомой аббревиатурой марок материалов, требований к сертификации и надежности продукции и т.п.

Интеграционные процессы в Европе привели в последние годы к созданию европейской системы стандартизации, т.н. Евронорм. В области металлургии действует Европейский комитет по стандартизации железа и стали ECISS. Входящие в состав этого комитета отдельные национальные технические комитеты (ТС) разрабатывают конкретные стандарты разного профиля. Страны, являющиеся членами Европейского комитета по стандартизации (CEN), обязаны выполнять все общеевропейские стандарты системы EN. К настоящему времени в состав CEN входит 17 стран-участниц.

В области регламентации металлопродукции, классификации и маркировки сталей основными обобщающими стандартами являются EN10020, EN10027 и EN10079.

В стандарте EN10020 дается определение термина “сталь” и классификация сталей по следующим признакам:

- по химическому составу на нелегированные (в российские стандартах - углеродистые) и легированные стали (пункт 4);
- нелегированные и легированные стали подразделяются по свойствам и области применения на основные классы (пункт 5 и приложение А и В).

Классификация по химическому составу основывается на приводимом в стандарте на стальную продукцию или в спецификации на изделие плавочном химанализе и определяется по минимальным содержаниям легирующих элементов. Нелегированными являются стали, в которых содержание любого элемента не превышает данного в таблице 1 граничного значения. Легированными являются стали, в которых содержание по крайней мере одного легирующего элемента превышает

приведенное в таблице 1 граничное значение.

Таблица 1

Граничные значения содержания легирующих элементов между
нелегированной и легированной сталью

Легирующий элемент	Граничное значение (весовой %)
Al Алюминий	0,10
B Бор	0,0008
Bi Висмут	0,10
Co Кобальт	0,10
Cr Хром	0,30
Cu Медь	0,40
La Лантаниды (каждый)	0,05
Mn Марганец	1,65
Mo Молибден	0,08
Nb Ниобий	0,06
Ni Никель	0,30
Pb Свинец	0,40
Sc Селен	0,10
Si Кремний	0,50
Te Теллур	0,10
Ti Титан	0,05
V Ванадий	0,10
W Вольфрам	0,10
Zr Цирконий	0,05
Прочие (кроме углерода, фосфора, серы, азота) (каждый)	0,05

Основные классы сталей по свойствам и назначению.

I. Нелегированные стали:

– Обычные стали.

Обычными являются нелегированные стали, которые удовлетворяют следующим четырем условиям:

- а) нет требования к термической обработке;
- б) приведенные в стандартах или спецификациях на продукцию механические свойства в прокатанном или нормализованном состоянии должны соответствовать условиям таблицы 2;
- с) других требований к свойствам, кроме пригодности к холодной протяжке, волочению проволоки и холодному деформированию, не устанавливают;
- д) особых требований к содержанию легирующих элементов не устанавливают, не считая марганца и кремния.

Таблица 2

Обычные нелегированные стали. Граничные значения свойств

Свойство	Толщина материала, мм	Граничное значение
минимальный предел прочности	≤ 16	≤ 690 Н/мм
минимальный предел текучести	≤ 16	≤ 360 Н/мм
минимальное удлинение	≤ 16	$\leq 26\%$
минимальная ударная вязкость на продольном образце Шапри с V-надрезом при + 20°C	$\geq 10 \leq 16$	≤ 27 Дж
максимальное содержание углерода		$\geq 0,1\%$
максимальное содержание фосфора		$\geq 0,045\%$
максимальное содержание серы		$\geq 0,045\%$

– Качественные углеродистые стали.

В отношении качественных нелегированных сталей в общем случае не предъявляются требования к термической обработке и содержанию неметаллических включений. Но из-за более ответственных условий эксплуатации требования к свойствам (как, например, ударная вязкость, величина зерна, деформируемость) более жесткие по сравнению с требо-

ваниями к обычным сталям.

Качественными нелегированными сталями являются углеродистые стали, которые не относятся к обычным и к специальным нелегированным сталям.

- Специальные нелегированные стали.

Специальные углеродистые стали являются более чистыми, чем качественные углеродистые стали, особенно по содержанию неметаллических включений. Эти стали в большинстве случаев предназначены для улучшения или поверхностной закалки, и свойства после термообработки точно регламентируются. Требуется обычно определенный комплекс свойств, который имеет точные границы, например, высокий или точно определенный предел текучести или определенная глубина прокаливаемости с одновременным требованием холодной деформируемости, свариваемости или вязкости. К конкретным группам специальных углеродистых сталей могут предъявляться некоторые дополнительные требования.

Например, для сталей, применяемых в корпусах ядерных реакторов, кроме требований стандарта к общему плавочному химанализу на специальные стали, предъявляются следующие дополнительные требования к содержанию химических элементов по химанализу на изделия:

$$\text{Cu} \leq 0,10\%, \quad \text{Co} \leq 0,05\%, \quad \text{V} \leq 0,05\%.$$

II. Легированные стали:

- Качественные легированные стали.

Качественные легированные стали применяют как и качественные углеродистые, но требуемые от них свойства предполагают содержание легирующих элементов, которое превышает данные в таблице 1 граничные значения. Качественные стали в общем случае не предназначены для улучшения или поверхностной закалки.

Основные группы легированных качественных сталей перечисляются в пяти отдельных пунктах стандарта EN10020. Наиболее распространенными являются свариваемые мелкозернистые стали включая стали для сосудов давления, которые должны удовлетворять следующим трем требованиям:

а) минимальный предел текучести < 380 Н/мм при толщине материала < 16 мм;

б) содержание легирующих элементов ниже граничных значений, приведенных в таблице 3 стандарта EN10020. В этой таблице приводятся граничные значения по ряду металлических легирующих элементов между качественными и специальными свариваемыми мелкозернистыми сталями;

с) ударная вязкость < 27 Дж при температуре 50 °С на продольном по направлению прокатки образце Шапри с V-надрезом.

Далее среди качественных легированных сталей стандарт пред-

усматривает стали для электротехнических изделий, рельсов, фундаментных плит, горнорудного оборудования, стали для холодного деформирования, так называемые “двухфазные” стали и др.

- Специальные легированные стали.

Установленные для специальных легированных сталей жесткие требования по структуре и свойствам могут выполняться только при строгом соблюдении режимов и особенностей технологического процесса выплавки и строгой гарантии химического состава. Свойства специальных легированных сталей часто гарантируются в виде определенного комплекса свойств с точно ограниченными значениями. К этому классу по стандарту EN10020 относятся нержавеющие стали, жаростойкие и жаропрочные стали, подшипниковые и инструментальные стали, машиностроительные стали и стали со специальной структурой или специальными физическими свойствами.

В приложениях к стандарту EN10020 в виде таблиц приведены примеры классификации как углеродистых, так и легированных сталей по основным классам и группам, в зависимости от назначения и уровня свойств.

Стандартом, регламентирующим систему наименования сталей, является европейский стандарт EN10027-1 “Designation systems for steel”.

Part 1: Steel names, principal symbols (Часть 1: Наименование сталей, основные символы).

Во второй части стандарта EN10027-2 дается цифровая нумерация сталей. Стандарт разработан TC7. Маркировка сталей в данном стандарте основывается на их классификации в соответствии со стандартом EN10020.

Наименование стали образуется из буквенных символов и цифр таким образом, что они в кратком виде однозначно определяют назначение стали и среднее значение ее свойств - механических, физических и химического состава. Для уточнения некоторых особенностей бывает необходимым к наименованию стали по этому европейскому стандарту прибавлять дополнительные обозначения, например, указывающие на возможность использования при высоких или низких температурах эксплуатации, указывающие способ обработки поверхности или способ раскисления и т.д. Перечень таких дополнительных символов приводится в информационном циркуляре IC10, который является приложением к стандарту EN10027-1 и обязателен к использованию во всех странах-участницах CEN.

Наименования сталей по принципу их формирования делятся на две группы:

- Группа 1. Маркировка по назначению и механическим или физическим свойствам (п. 7.2).

- Группа 2. Маркировка по химическому составу (п. 7.3).

Структура наименования стали следующая:

7.1 У литых сталей вначале марки пишется буква G .

7.2 При маркировке по назначению и свойствам наименование стали образуется из следующих основных символов:

- a) S = конструкционная сталь;
- P = сталь для емкостей под давлением;
- L = сталь для труб;
- E = машиностроительная сталь.

После букв добавляются цифры, показывающие минимальное значение предела текучести R_e в Н/мм.

- b) B=арматурная сталь.

После буквы добавляются цифры, показывающие номинальное значение предела текучести R_e в Н/мм.

- c) Y=сталь для армирования предварительно напряженного железобетона.

После буквы добавляется цифра, показывающая минимальное значение предела прочности R_m в Н/мм.

- d) R = рельсовая сталь.

Цифры после буквы показывают минимальное значение предела прочности в R_m Н/мм.

- e) H = холоднокатанный прочный лист для холодного деформирования.

После буквы цифры, показывающие минимальное значение предела текучести R_e в Н/мм, или еще буква T и минимальное значение предела прочности R_m , если предъявлено требование к прочности, в Н/мм.

- f) D = стальной лист для холодной штамповки (за исключением указанного в п. 7e).

За буквой D следует еще один буквенный символ:

- 1) C = холоднокатанная продукция;
- 2) D = горячекатанный лист;
- 3) X = продукция, способ прокатки которой не определен.

Дополнительно к обозначению прибавляют две характеристики материала, которые назначает изготовитель в соответствии с заявкой.

- g) T = тонкая стальная упаковочная полоса.

После буквы следуют символы:

- 1) для однократно деформированной полосы добавляется буква H и среднее значение твердости по Роквеллу HR-30Tm;
- 2) для двукратно прокатанных изделий - номинальное значение предела текучести R_e Н/мм.

- h) = электротехнические стали.

После буквы добавляют последовательно следующие обозначения:

- 1) число, представляющее 100-кратные предельные магнитные потери для номинальной толщины на частоте 50 Гц в единицах W/kg;
- 2) номинальная толщина листа в мм x 100.

- Группа 3. Обозначения, характеризующие электротехнические параметры стали:

- A** = изотропная сталь;
- B** = нелегированный полуфабрикат (без окончательного отжига);
- E** = полуфабрикат из легированных сталей (без окончательного отжига);
- N** = нормально изотропные изделия;
- S** = анизотропные изделия с малыми удельными потерями;
- P** = анизотропные изделия с высокой магнитной проницаемостью.

7.3 При маркировке по химическому составу наименование стали образуется (группа 2):

7.3.1 Нелегированные стали (кроме автоматных), в которых содержание марганца < 1% (подгруппа 2.1):

- a) буква **C**;
- b) цифры, показывающие среднее содержание углерода в % x100.

7.3.2 Нелегированные стали, в которых содержание марганца $\geq 1\%$, нелегированные автоматные стали и легированные стали (кроме быстрорежущих), в которых содержание каждого элемента < 5% (подгруппа 2.2).

Марка образуется из следующих символов:

- a) среднее содержание углерода в % x100;
- b) химические символы легирующих элементов, влияющих на свойства стали. Последовательность написания символов в порядке уменьшения весового содержания легирующего элемента;
- c) цифры, обозначающие содержание легирующего элемента. Среднее содержание каждого элемента в %, умноженное на коэффициент, приведенный в таблице 3, и округленное до ближайшего целого числа. Цифры отделяются друг от друга дефисом.

7.3.3 Легированные стали (кроме быстрорежущих), в которых содержание хотя бы одного элемента $\geq 5\%$ (подгруппа 2.3).

Марка стали образуется из следующих символов:

- a) буква **X**;
- b) среднее содержание углерода в %x100;
- c) химические символы легирующих элементов, значимо влияющих на свойства стали.
Последовательность символов в порядке уменьшения весового содержания элементов. Если содержание двух или более элементов одинаково, то они располагаются в алфавитном порядке;
- d) цифры, обозначающие содержание легирующих элементов в %, (округляются до целого числа).

7.3.4 Быстрорежущие стали (подгруппа 2.4).

Марка стали включает последовательно следующие символы:

- а) буквы HS;
 б) содержание легирующих элементов в % в следующем порядке:
 вольфрам (W)
 молибден (Mo)
 ванадий (V)
 кобальт (Co).

Таблица 3

Коэффициенты содержания легирующих элементов
 для сталей подгруппы 2.2

Элемент	Коэффициент
Cr, Co, Mn, Si, W	4
Al, Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zr	10
Ce, N, P, S	100
B (бор)	1000

В рассмотренном стандарте EN10027-1 даны только принципы маркировки сталей в европейских стандартах, но написания самих марок нет. Составленные по рассмотренным правилам марки сталей имеются в конкретных стандартах на металлопродукцию. Общий перечень всех видов металлопродукции по европейским стандартам приводится в EN10079.

Иллюстрирующим наглядным материалом по принципам маркировки сталей является инструкция IC10, из которой мы приводим выборочно ряд таблиц по современной общеевропейской маркировке сталей с включением дополнительных символов, характеризующих как саму сталь, так и некоторые конкретные свойства металлопродукции. Однако дополнительные обозначения стальной продукции, которые пишутся в конце марки стали и отделяются от предыдущих символов знаком плюс (в соответствии с последней колонкой в иллюстрационных таблицах 7.2 и 7.3), в настоящей статье не рассматриваются, т.к. они не относятся непосредственно к маркировке сталей, а характеризуют конкретную металлопродукцию (например, обработку поверхности холоднокатанного стального листа и т.п.).

В заключение приведем образец маркировки стали на чертеже или в заказе на металлопродукцию на примере горячекатанного стального листа, поставляемого по европейскому стандарту EN10025:

Стальной лист EN 10029-10A x 1500 x 6000 S355J2G3 EN 10025 EN 10204-2.2

Название

Стандарт на размеры

Толщина листа, мм

Ширина листа, мм

Длина листа, мм

Марка стали

Стандарт на материал, не обязателен на чертеже

Сертификат на материал

В приведенных ниже таблицах наряду с современными марками сталей по новым общеевропейским стандартам системы EN указаны и прежние марки, также преимущественно по общеевропейским стандартам существующей системы EU. В настоящее время во всех общеевропейских стандартах, а также и в национальных стандартах отдельных стран Европы должна использоваться маркировка только по стандарту EN 10027 с учетом IC10.

7.2 7.2(a) (1)		Стали, маркируемые по назначению, механическим или физическим свойствам КОНСТРУКЦИОННЫЕ СТАЛИ						
Основные обозначения			Дополнительные обозначен. сталей			Дополнительные обозн. стальной продукции		
G	S	p p p	ap			+ ap + ap		
Основные обозначения		Дополнительные обозначения						
Буква	Механические свойства	сталей					стальной продукц.	
		Группа 1			Группа 2			
G-литая сталь S-конструкционная сталь	ppp=минимальный предел текучести (R _e) Н/мм ² для min толщины	27J	40J	60J	°C	C=усиленная холодная прокатка D=горячая обработка поверхн. E=эмалирование F=ковка H=трубные балки L=низкая температура эксплуатации M=термомеханически прокатанная N=нормализованная или нормализованная с прокатного нагрева O=крепежная P=упаковочная лента S=для судостроения T=труба W=атмосферостойкая ap-специфическое дополнит. легирование хим. элементом, например, Cu (при необходимости вместе с числом, показывающ. его средн. содерж. в % x10)	табл. 1, 2, 3	
		JR	KR	LR	20			
		JO	KO	LO	0			
		J2	K2	L2	-20			
		J3	K3	L3	-30			
		J4	K4	L4	-40			
		J5	K5	L5	-50			
		J6	K6	L6	-60			
		M=термомеханически прокатанная, N=нормализованная (в т.ч. с прокатного нагрева), Q=улучшенная G=прочие свойства, дополненные при необходимости цифрами 1 или 2						

7.2 (a) ПРОДОЛЖЕНИЕ

ПРИМЕРЫ МАРКИРОВКИ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ

Стандарт	Прежние обозначения	Обозначения по стандарту EN10027-1 и IC10
EN10025	Fe 310-0	S 185
	Fe 510 B	S 355 JR
	Fe 510 C	S 355 JO
	Fe 510 D1	S 355 J2G3
	Fe 510 D2	S 355 J2G4
	Fe 510 DD1	S 355 K2G3
	Fe 510 DD2KQ	S 355 R2G4C
	Fe E 355 KGN	S 355 N
	Fe E 355 KTN	S 355 NL
	Fe E 355 - TM	S 355 MC
	Fe E 355 - TD	S 355 NC
	Fe E 460 V	S 460 Q
	Fe 360 C1K1	S 235 JOW
	Fe 360 DK1	S 235 J2W
	Fe 510 C1K1	S 355 JOWP
	Fe 510 D1K1	S 355 J2WP
	Fe 510 C2K1	S 355 JOW
	Fe 510 D2K1	S 355 J2G1W
	Fe 510 DD2K1	S 355 K2G2W
	Fe E 350 G	S 355 GD
	Fe E 350 GZ100	S 355 GD+Z100

Прежние марки преимущественно соответствуют стандарту EU27 (1974)

7.2 7.2(a) (4)	Стали, маркируемые по назначению, механическим или физическим свойствам МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЕ СТАЛИ													
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Основные обозначения</td> <td style="text-align: center;">Дополнительные обозначен. сталей</td> <td style="text-align: center;">Дополнительные обозн. стальной продукции</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">n</td> <td style="text-align: center;">n</td> <td style="text-align: center;">an</td> <td style="text-align: center;">+ an + an</td> </tr> </table>		Основные обозначения			Дополнительные обозначен. сталей	Дополнительные обозн. стальной продукции	E	n	n	an	+ an + an			
Основные обозначения			Дополнительные обозначен. сталей	Дополнительные обозн. стальной продукции										
E	n	n	an	+ an + an										
Основные обозначения		Дополнительные обозначения												
Буква	Механические свойства	сталей		стальной продукц.										
		Группа 1	Группа 2											
E=машиностроительная сталь	nnp=минимальный предел текучести (R _e) Н/мм ² для min толщины	G=прочие свойства, дополненные цифрами 1 или 2		Табл. 3										
Примеры марок														
Стандарт	Прежнее обозначение		Обозначения по стандарту EN10027-1 и IC10											
EN 10025	Fe 490-2	E 295												
	Fe 590-2	E 335												
	Fe 690-2	E 360												

7.3 7.3.1.	Маркировка, основанная на химическом составе стали. Нелегированные стали (кроме автоматных), в которых Mn < 1%			
Основные обозначения		Дополнительные обозначен. сталей		Дополнительные обозн. стальной продукции
G	C	п	п	п
		ап		+ ап + ап
Основные обозначения		Дополнительные обозначения		
Буква	Содержание углерода	сталей		стальной продукц.
		Группа 1	Группа 2	
G=литая сталь C=углерод	ppp=x100 на среднее содержание углерода. Если не указаны пределы содержания углерода, то выбирают среднюю цифру	E=с указанием max содержания серы; R=с указанием пределов содержания серы; D=для протягивания в проволоку; C=для холодного деформирования; U=инструментальная сталь, W=сварочная проволока, G=прочие свойства с добавл. 1 или 2 цифр	ап-обозначение дополнительного хим. элемента, например, Си с дополнением при необходимости числа x100% (округленное до 0,1%)	Табл. 3
Примеры марок				
Стандарт	Прежнее обозначение	Обозначения по стандарту EN10027-1 и IC10		
EN 10083-1	2C 35	C 35 E		
	2C 35	C 35 R		

7.3 7.3.2.	<p>Маркировка, основанная на химическом составе стали. Нелегированные стали (кроме автоматных), в которых Mn < 1%. Нелегированные автоматные стали, легированные стали (кроме быстрорежущих), в которых содержание отдельных легированных элементов < 5%</p>																			
<table border="1"> <tr> <th colspan="5">Основные обозначения</th> <th>Дополнительные обозначен. сталей</th> <th>Дополнительные обозн. стальной продукции</th> </tr> <tr> <td>G</td> <td>n</td> <td>n</td> <td>n</td> <td>a ...</td> <td>n-n</td> <td>+ an + an</td> </tr> </table>		Основные обозначения					Дополнительные обозначен. сталей	Дополнительные обозн. стальной продукции	G	n	n	n	a ...	n-n	+ an + an					
Основные обозначения					Дополнительные обозначен. сталей	Дополнительные обозн. стальной продукции														
G	n	n	n	a ...	n-n	+ an + an														
Основные обозначения				Дополнительные обозначения																
Буква	Содержание углерода	Легирующие элементы		сталей		стальной продукц.														
				Группа 1	Группа 2															
G=литая сталь	ppp=x100 на среднее содержание углерода. Если не указаны пределы содержания углерода, то выбирают среднюю цифру	a=химические знаки легирующих элементов, за которыми следуют: n-n=разделенные дефисом числа, которые показывают среднее содержание легирующего элемента, умноженное на следующие коэффициенты:				Табл. 1, 3														
		легирующий элемент	множитель																	
		Cr, Co, Mn, Ni, Si, W	4																	
		Al, Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zr	10																	
		Ce, N, P, S	100																	
		B	1000																	
Примеры марок																				
Стандарт	Прежнее обозначение		Обозначения по стандарту EN10027-1 и IC10																	
EN 10083-1	28Mn6		28Mn6																	